8710A, 8711A, 8712A
8720A, 8721A, 8722A
8730A, 8731A, 8732A
入出力信号ユニット
取 扱 説 明 書

菊 水 電 子 工 業 株 式 会 社

ー 保証 ー

この製品は、菊水電子工業株式会社の厳密な試験・検査を経て、その性能が規格を満足していることが確認され、お届けされております。

弊社製品は、お買上げ日より１年間に発生した故障については、無償で修理いたします。但し、次の場合には有償で修理させていただきます。

1. 取扱説明書に対して誤ったご使用および使用上の不注意による故障・損傷。
2. 不適当な改造・調整・修理による故障および損傷。
3. 天災・火災・その他外部要因による故障および損傷。

なお、この保証は日本国内に限り有効です。

ー お願い ー

修理・点検・調整を依頼される前に、取扱説明書をもう一度お読みになった上で再度点検していただき、なお不明な点や異常がありましたら、お買上げもとまたは当社営業所にお問い合せください。

目　　次

1. 概　　要

本ユニットはアナログ信号をA/D変換器にてデジタル信号に変換し，これを半導体メモリに記憶するものです。さらに記憶内容をD/A変換してアナログ信号として出力します。入力レベルはLEDによって表示され，アナログ入力レベルがモニタできるので，A/D変換における入力レンジを有効に使用することができます。デジタルI/Oはバスライン方式のため，外部のデジタル機器との結合が極めて容易です。

これらの動作はタイミングコントロールユニット（8740Aシリーズ）のコントロール信号によってなされ，D/A変換器を通して再生されたアナログ信号をオシロスコープで観測したりペンレコーダにて記録することができます。

分解能は8，10，12bitがあり記憶容量はそれぞれ1kword，2kword，4kwordがあります。これらは下記の様にプラグインタイプでMODEL化されており，広範囲に機種の選定ができます。

記憶容量 / 分解能	1kword	2kword	4kword	最高サンプリング速度
8 bit（約0.4％）	8710A	8711A	8712A	1μsec/word
10 bit（約0.1％）	8720A	8721A	8722A	2μsec/word
12 bit（約0.025％）	8730A	8731A	8732A	5μsec/word
該当するタイミングコントロール ユニット	8740A	8741A	8742A	1μsec/word

＜表1－1＞

以上の様に本ユニットは8700シリーズのデジタル処理におけるアナログI/Oとして動作します。その応用は広い分野で考えられ，下記に代表的な例を示します。

- ○機械振動系の解析
- ○衝撃波の記録
- ○破壊現象の記録
- ○生体の刺激に対する反応の記録
- ○音響機器の解析
- ○音声の解析
- ○化学反応の記録
- ○地震波の記録，解析
- ○任意関数発生器としての信号源

その他のディレーラインとしての機能を有していますので，アナログ信号の長時間遅延が可能です。

本ユニット等で構成される装置は，プラグインタイプのため，機種選定に際しては下記の点に留意してください。

1） 最高サンプリング速度
2） 記憶容量（記録時間＝サンプリング速度×記憶容量）
3） 分解能（8，10，12bit）
4） 被測定信号電圧レベル
5） チャンネル数
6） 信号出力（アナログ，デジタル）
7） システム計画（システムアップの計画等，CPU）

本ユニットは1チャンネル入力です。多チャンネルにするときは，8702A メインフレームを使用し，本ユニットを複数個並列に動作させます。（8702A は本ユニットを4ユニット装備可能。）

2. 仕　様

2.1　品　名　　入出力信号ユニット

2.2　形　名

8710A……… 8 bit, 1 kword
8711A……… 〃　, 2 kword
8712A……… 〃　, 4 kword

8720A………10bit, 1 kword
8721A……… 〃　, 2 kword
8722A……… 〃　, 4 kword

8730A………12bit, 1 kword
8731A……… 〃　, 2 kword
8732A……… 〃　, 4 kword

2.3　入力信号部

入力チャンネル数	1チャンネル
入力形式	シングルエンド形，不平衡
入力接栓	BNC コネクタ
入力結合方式	AC － GND － DC
入力インピーダンス	1 MΩ±3％，35PF±10PF並列
入力信号感度	0.1 Vp-p～50Vp-p／FS ＊ 1,2,5 ステップ　9 レンジ。
感度連続可変	設定レンジの 1/2.5 以下に減衰できる。
感度誤差	±3％以内 ＊ CAL'D 位置にて。
周波数帯域幅 立上り時間	DC：　DC ～ B kHz AC：　1Hz ～ B kHz 8bit (8710A, 8711A, 8712A) B＝200kHz, 約 1.75 μsec 10bit (8720A, 8721A, 8722A) B＝100kHz, 約 3.5 μsec 12bit (8730A, 8731A, 8732A) B＝50kHz, 約 7 μsec ＊ 1kHz 基準，－3 dB以内

DC レベル変化　　感度連続可変「VARIABLE」:FSの±0.5%以内

レンジ切替：FSの±0.5%以内

＊AC−GND−DCをGNDにて。

温度ドリフト：FSに対して下表の値以内

入力信号感度 V_{p-p}	0.1	0.2	0.5	1〜50
8 bit(8710A,8711A,8712A)	±3%	±1.5%	±1.5%	±1.5%
10bit(8720A,8721A,8722A)	±3%	±1.5%	±0.6%	±0.3%
12bit(8730A,8731A,8732A)	±3%	±1.5%	±0.6%	±0.3%

＊25℃±10℃において，電源投入後すくなくとも30分経過後。

入力オフセット設定範囲　　各レンジFSの±100% 連続可能

＊10回転ダイアルにて設定。

入力オフセット設定分解能　　1/500以上 ＊1回転当り1/50

入力オフセット設定誤差　　±(2.5%＋温度ドリフトの値)以下

＊オフセットダイアルFSに対して。

最大許容入力電圧　　300V_{p-p} (DC＋AC PEAK)

＊1 kHz以下，1分間以内。

2.4　入力レベル表示部

表示方式　　FSを10分割したLEDによるレベル表示。

＊FS内は緑色LED

＊オーバーフローは赤色LED

オーバーフロー表示　　±FS以上の入力信号を検出した場合に，その方向の赤色LEDが点灯する。

2.5　A/D 変換部

変換方式　　逐次比較方式

サンプルホールド回路　　サンプリングパルス幅　100nsec±10nsec

アパチャー時間　約10nsec

分解能

入力信号感度 V_{p-p}	0.1	0.2	0.5	1〜50
8 bit,約0.4 %(8710A,8711A,8712A)	8bit	8 bit	8 bit	8 bit
10bit,約0.1 %(8720A,8721A,8722A)	8bit	10bit	10bit	10bit
12bit,約0.025%(8730A,8731A,8732A)	8bit	10bit	12bit	12bit

＊333Hzの正弦波にて測定。

非　直　線　性

入力信号感度 Vp-p	0.1	0.2	0.5	1〜50
8 bit (8710A,8711A,8712A)	±½LSB	±½LSB	±½LSB	±½LSB
10bit (8720A,8721A,8722A)	———	±½LSB	±½LSB	±½LSB
12bit (8730A,8731A,8732A)	———	———	±1 LSB	±1 LSB

＊量子化誤差は除く

変　換　速　度

	変換速度	＊最高サンプリング速度
8 bit (8710A,8711A,8712A)	780nsec以下	1 μsec/word
10bit (8720A,8721A,8722A)	1 μsec以下	2 μsec/word
12bit (8730A,8731A,8732A)	2 μsec以下	5 μsec/word

＊タイミングコントロールユニットにて設定できる最高サンプリング速度

デジタルコード　　オフセットバイナリー

+FS	1 1 1 1	1 1 1 1	1 1 1 1
+½FS	1 1 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0
0「CLEAR」	1 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0
−½FS	0 1 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0
−FS	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0

8 bit ／ 10bit ／ 12bit

＊本ユニットより出力されるデジタルコード。

2.6　再生アナログ出力部(D/A OUT (Y))

D/A 変換器　　A/D変換分解能に応じて8bit, 10bit, 12bitを持つ。

非直線性：±½LSB (8, 10bit)
±1 LSB (12bit)

出力レベル　　電圧出力
＋FSで　＋2.48V±1%
−FSで　−2.5 V±1%
クリア「CLEAR」で　0±20mV
＊1 MΩ負荷にて

出力レベルセットリング時間　　10μsec/FS以下
　　*FSの±1%以内に収れんするまでの時間。
出力インピーダンス　　100Ω±10%
出　力　電　流　　±5mA max
出　力　接　栓　　BNCコネクタ

2.7　モニタ出力部(アナログ入力増幅器出力)

出　力　レ　ベ　ル　　+FSで+2.5V ±3%
　　-FSで-2.5V ±3%
　　*1MΩ負荷にて
出力インピーダンス　　220Ω±10%
出　力　電　流　　±5mA max
出　力　接　栓　　BNC コネクタ

2.8　メモリ部

記　憶　素　子　　NMOSスタチックRMA
記　憶　容　量

		8bit	10bit	12bit
a	1kword (1024)	8710A	8720A	8730A
b	2kword (2048)	8711A	8721A	8731A
c	4kword (4096)	8712A	8722A	8732A

*aは2k,4kwordまで
bは4kwordまで増設可能。

メモリの書込み,読出し　　シーケンシャルアクセス,ただし外部よりランダムアクセス可能。

2.9　その他の機能

メモリプロテクト　　メモリの書き替えを禁止する。ただし読出しは可能。
メモリクリア　　メモリの内容を0にする。

(1000　0000　0000)$_2$

8 bit
10 bit
12 bit

チャンネルセレクト　　多チャンネルがプラグインされた場合，（8702Aメインフレーム使用）使用するユニットをセレクトできる。セレクトしない場合，そのユニットの機能は停止する。外部よりチャンネルセレクトをコントロールすることができる。

アナログ信号遅延回路　　長時間のアナログ信号遅延が可能。
遅延時間＝（サンプリング速度）×（記憶容量）
＊内部切替スイッチによる。

2.10 一般仕様

使用温湿度範囲　　5℃～35℃，85％以下
最大動作温湿度範囲　　0℃～50℃，90％以下
保存温湿度範囲　　−10℃～60℃，90％以下
耐電圧　　信号グランド−ケース間　DC 250V max
絶縁抵抗（ユニット単体）　　信号グランド−ケース間　DC 250V 100 MΩ以上
消費電流

MODEL	+5V	+15V	−15V
8710A	1.3	0.25	0.25
8711A	1.6	0.25	0.25
8712A	2.2	0.25	0.25
8720A	1.7	0.25	0.23
8721A	2	0.25	0.23
8722A	2.6	0.25	0.23
8730A	1.5	0.25	0.23
8731A	1.8	0.25	0.23
8732A	2.4	0.25	0.23

単位（A）

＊値は+5V±5％，+15V±2％，−15V±2％における電流の標準値。

寸法　　75W×193H×354D mm
（最大部）　　75W×193H×387D mm
重量（約）

8710A	1.6	8720A	1.7	8730A	1.7
8711A	1.8	8721A	1.9	8731A	1.9
8712A		8722A		8732A	

（kg）

2.11 付属品　　MODEL BB-1（BNC-BNC ケーブル，1m）……… 1
MODEL BW-1（BNC-ワニグチケーブル，1m）……… 1
取扱説明書 ……………………………… 1

3. 使用前の注意事項

3.1 着荷開封検査の依頼

本ユニットは工場を出荷する前に，機械的ならびに電気的に十分な試験検査を受け，正常な動作を確認し保証されています。
お手もとに届きしだい輸送中に損傷を受けていないかを，お確めください。万一不具合がありましたらお買求め先に連絡ください。

3.2 電源について

本ユニットは8701A又は8702Aのメインフレームに挿入し，メインフレームから+5V,+15V,−15V の直流安定化電源の供給を受けています。
メインフレームは単相100V±10V,50／60Hz の商用電源で動作します。電源ラインへの接続に際してはメインフレーム（8701A,8702A） の取扱説明書を参照してください。

3.3 周囲環境

本ユニットを含めて各ユニットを挿入したメインフレームには多数の集積回路を使用しております。したがって回路の発熱を発散させるために，通風孔やファンの吹出し口をふさがないでください。またメインフレーム下部や近くに熱源となる装置類を配置したり，直射日光等の下での使用はさけてください。
その他特殊環境（ガス，粉じん，振動，薬品等）での使用は著しく寿命を短くしますので注意してください。

本ユニットを含むメインフレームには，スイッチング方式の安定化電源や高速デジタルクロック発生器等が内蔵されていますので外部へおよぼす EMI（電磁波障害）に関しては可能な限り対策してありますが，万一悪い影響が出ましたら，被障害機器を本装置から遠ざけるとともに商用電源を分離して接続してください。
周囲温度，湿度には十分注意してご使用ください。
本ユニットの仕様を満足する使用温度・湿度範囲は5℃～35℃・85％ 以下です。

3.4　メインフレーム結合用コネクタ部

本ユニットはプラグイン構造のためメインフレームとの結合にカードエッジ形のコネクタ(60p，金メッキ)を使用しています。挿入時には異物の付着及び汚れがないかどうか確認してください。なお汚れている場合は，アルコールシンナー等でふきとるとともに手で直接触れることを極力さけてください。

3.5　入力信号接栓「INPUT」

フローティング形 BNC コネクタを使用しており，外囲の金属部が信号グランドとなっています。(ケースと信号グランドはフローティングされています。)最大許容入力電圧は「RANGE」に関係なく 1 kHz 以下で 300Vp-p (DC+AC PEAK)，1分間以内です。シャーシ(メインフレーム)と信号グランド間の耐電圧はDC 250Vmax で，この間にインパルス雑音が入らぬようにしてください。

他の BNC コネクタ(「MONITOR OUT」,「D/A OUT(Y)」)の信号グランドと本接栓の信号グランドは接続されていますが，電気的には同条件ではありませんので他のグランドをとる場合，入力側，出力側の使いわけをしてください。

3.6　出力信号接栓「MONITOR OUT」,「D/A OUT(Y)」

入力信号接栓と同様にフローティング形 BNC コネクタを使用しており，シャーシと信号グランド間については3.5項と同様に扱ってください。
これら出力接栓に外部から低インピーダンス電源による電圧を印加したり，短絡させたりすると故障の原因となりますので注意してください。

3.7　プラグインユニットの組合せについて

本ユニットは分解能で3機種，記憶容量で3機種，合計9機種があります。(各モデルは仕様の項を参照してください。) 記憶容量に応じて基本的に組み合せが適当なタイミングコントロールユニットを選択します。

記憶容量	1 kword	2 kword	4 kword
入出力信号ユニット	8710A	8711A	8712A
	8720A	8721A	8722A
	8730A	8731A	8732A
該当するタイミングコントロールユニット	8740A	8741A	8742A

<表3－1>

3.8　プラグインユニットの挿抜について

挿抜の際にはメインフレームの電源を必ずOFFにしてください。挿入が不完全な状態で電源を投入しますと故障や誤動作の原因となりますので，本ユニットが所定の場所に完全に固定されていることを確認してください。

本ユニットは必ずメインフレーム（8701A，8702A）に挿入して使用してください。引出して使用したり，本ユニット単体での使用はできません。

＊　メインフレームにおける挿入位置は左づめにしてください。挿入位置によって，内部トリガ信号をタイミングコントロールユニットへ伝送できる位置とできない位置があります。詳しくは4.3．4－(3)項を参照してください。

3.9　アナロググランドとデジタルグランドについて

信号グランド（アナロググランド）とデジタルI/Oのグランド（デジタルグランド）は本ユニット内部で接続されています。メインフレームにインターフェースアダプタ（8790A，8791A）を装備して，外部機器と接続する場合に注意が必要です。特に電圧発生器等と接続（GP−IB等を用いたコントロール）をする場合，各機器のグランド電位について充分注意してください。

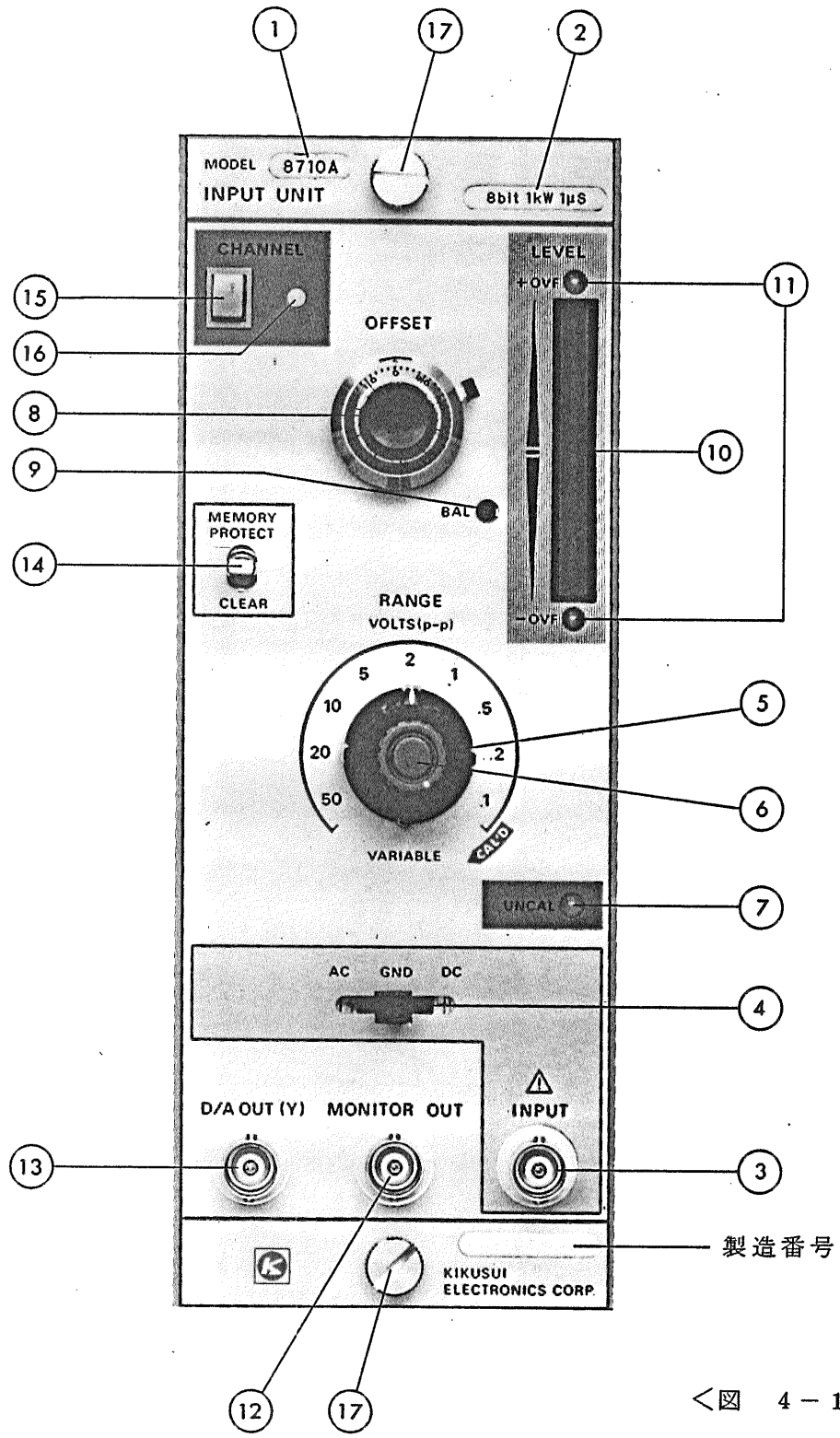
3.10　その他

本ユニットの性能仕様等については，製品の改良のためことわりなく変更する場合があります。

4.　使　　用　　法

4.1　パネル面操作の説明

MODEL 8710A
INPUT UNIT
8bit 1kW 1μS
CHANNEL
OFFSET
LEVEL
+OVF
−OVF
BAL
MEMORY PROTECT
CLEAR
RANGE
VOLTS(p-p)
2　1　.5　.2　.1　5　10　20　50
VARIABLE
CAL'D
UNCAL
AC　GND　DC
D/A OUT (Y)　MONITOR OUT　INPUT
KIKUSUI ELECTRONICS CORP.

製造番号

<図　4－1>

① , ② モデル名表示銘板, 性能表示銘板

8701A

8bit 1kW 1μs

本ユニットのモデル名と基本的な性能を表示する銘板です。左記の例はMODEL 8710Aで, 分解能8 bit, 記憶容量1 kword, 最高サンプリング速度1 μsec/word という意味です。

"A"シリーズの入出力信号ユニットは<表1－1>（1ページ）に示す様に, 分解能, 記憶容量に応じて9機種にプラグインタイプでモデル化されています。タイミングコントロールユニットとの組み合せについては, 記憶容量に応じて適当なものを選択する必要があります。<表1－1>（1ページ）に従って, 組み合せが適切であるかを確認してください。

③ 入力信号接栓「INPUT」

入力信号を接続するコネクタです。

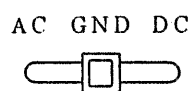
フローティング形 BNC コネクタを使用しており, 外囲の金属部が信号グランドとなっています。

入力インピーダンスは1 MΩ ± 3%, 並列容量は35 PF ± 10PFです。オシロスコープ用プロブを使用する場合等注意してください。

最大許容入力電圧は⑤の「RANGE」に関係なく1 kHz 以下で 300Vp_p（DC + AC PEAK ）, 1分間以内です。シャシ（メインフレーム）と信号グランド間の耐電圧はDC 250Vmax でこの間にインパルス雑音が入らぬようにしてください。

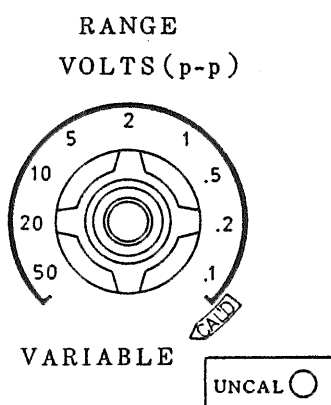
⑫「MONITOR OUT」, ⑬「D/A OUT (Y)」の信号グランドと本接栓の信号グランドは接続されていますが, 電気的には同条件ではありませんので信号モニタ等で, 他のグランドをとる場合, 本接栓と⑫⑬ のグランドは別々に扱ってください。

④ 入力結合方式選択スイッチ「AC－GND－DC」

AC GND DC

入力の結合方式を選択するレバースイッチです。

「AC」の場合, 入力信号の直流分をカットし, 交流分のみ通過します。

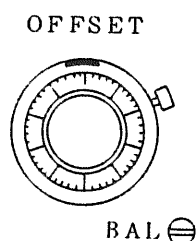
「DC」の場合は，直流分を含めた入力信号を通過させます。
「GND」は，入力信号接栓（BNC）と増幅器との接続が切れ，増幅器の入力は信号グランドレベルになります。したがってこの場合，0V入力となります。

⑤⑥⑦　入力信号感度選択「RANGE，VOLTS（p_p）」「VARIABLE」「UNCAL」

外側ツマミ⑤「RANGE，VOLTS（p_p）」は入力信号感度を0.1Vp_pから50Vp_pまで9レンジに切替えるロータリースイッチです。
各レンジの表示（0.1～50）は，内側ツマミ⑥「VARIABLE」を時計方向に回し切った位置「CAL'D」での電圧感度で校正されており A/D 変換できるレンジ（FS）を表示しています。

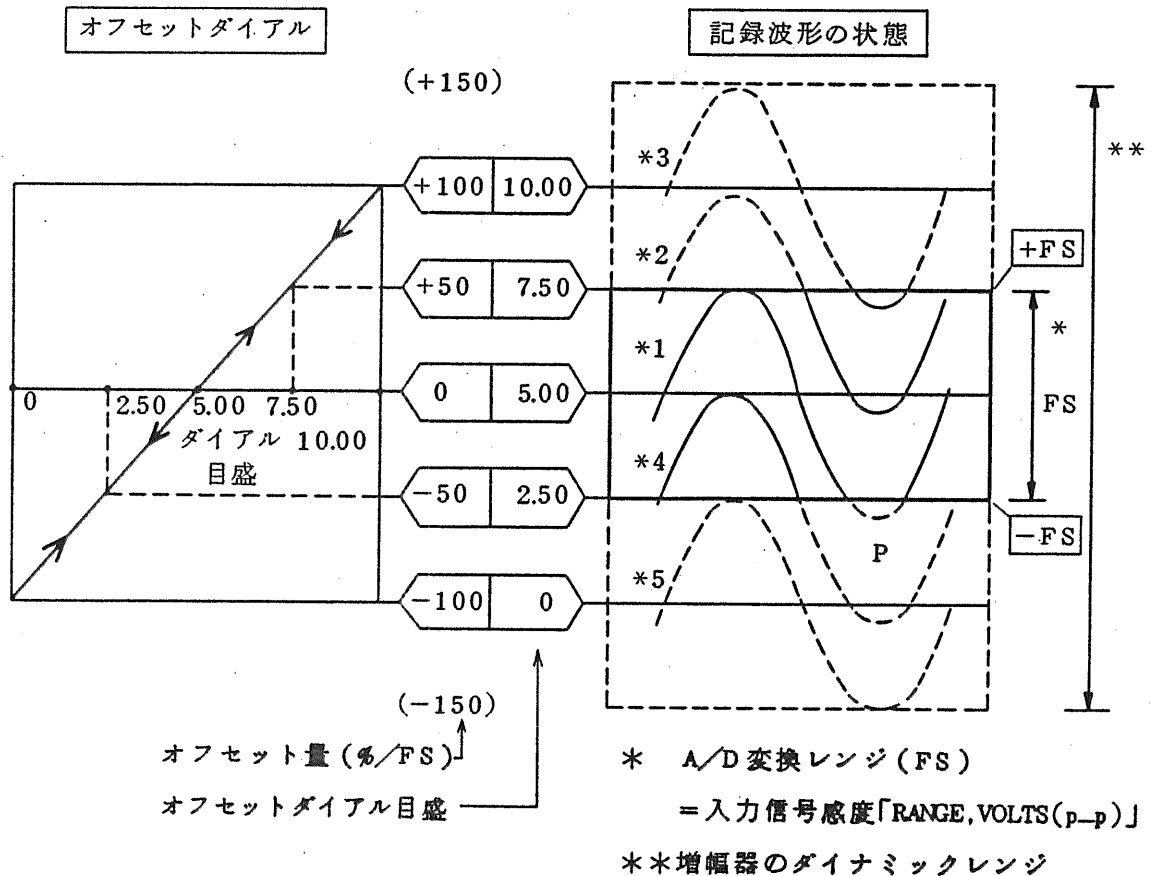
＊0.1Vp_p～50Vp_pは オシロスコープの垂直軸感度換算では，垂直軸を8DIVとした場合に12.5mV/DIV～6.25V/DIVに相当します。

⑥「VARIABLE」は 入力信号感度の連続減衰調整器で時計方向に回し切った位置では上記の様に感度校正された状態になります。反時計方向に回転させると⑦「UNCAL」のLEDが点灯し感度が非校正になることを示します。回し切った位置で減衰度は約1/2.5 になります。したがって入力感度を0.1Vp_p から約75Vp_pまで 連続的に変化することができます。（⑤と併用にて）

以上の操作にて A/D 変換できるレンジ（FS）を越えない様に入力信号レベルを調整します。 A/D 変換レンジを越えると⑪「+OVF」「−OVF」が点灯して知らせます。

⑧　オフセットダイアル「OFFSET」

⑤⑥によるアッテネート後の入力信号に直流レベルを加算するオフセットダイアルです。
10回転形ポテンショメータを使用し，ダイアルの読みで0～5.00～10.00 まで設定できます。

オフセット量はダイアル「5.00」が中心で0V(0%)となり「10」の方向(時計方向)に回すと正の電圧が加わり,「0」の方向(反時計方向)に回すと負の電圧が加わります。

⑤の各レンジFSの±100%間連続してオフセットを印加することができ,<図4－2>に示す様にダイアル目盛によってオフセット量を読みとることができます。

<図4－2> FSに対するオフセットダイアル目盛とオフセットの関係

*1: オフセット0%の場合の入力信号波形です。P点が−FSを越えているとして考えます。

*2: オフセット+50%の場合です。波形の上半分は記録できないが*1のP点が記録できることに注目してください。

*3: オフセット+100%の場合です。*1のP点部分のみ記録します。

*4: オフセット−50%の場合です。波形の上半分のみ記録します。

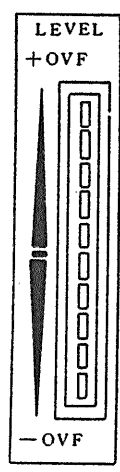
*5: オフセット−100%の場合です。波形はすべて記録できず,*1のP点は増幅器のダイナミックレンジの外になるためひずみを生じています。

本ダイアルは軽トルクで回転するため，設定後は右上部のロックレバーを押し下げておくことをお勧めします。

⑨　ゼロ点補正　「BAL」

BAL ⊘

⑧のオフセットダイアルが「5.00」(オフセット0%)でオフセット電圧が0Vになるように合せるためのドライバー調整穴です。オフセット電圧0Vは⑬D/A OUT(Y)の出力においてクリア「CLEAR」のレベルに一致する様に合せます。(詳細は後述)

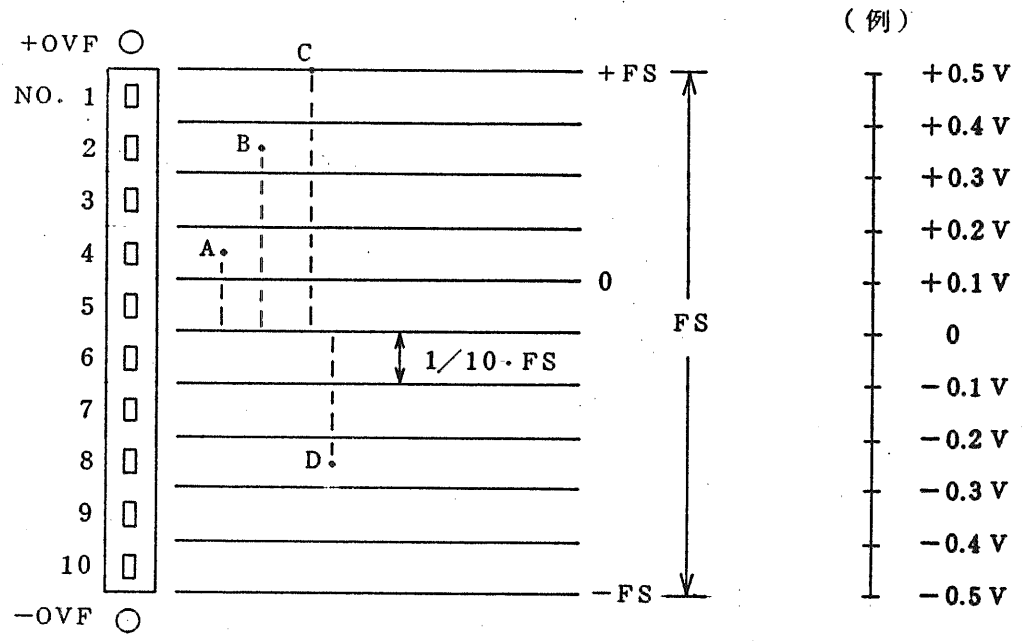
⑩⑪　入力レベル表示「LEVEL,+OVF,−OVF」

A/D変換レンジ(FS)における入力信号のレベルを表示するレベルモニタで，A/D 変換レンジを有効に使用するためのものです。

緑色LEDはA/D 変換直前のアナログレベルをモニタし，赤色 LED（消灯時乳白色)「+OVF,−OVF」は A/D 変換後のデジタル信号により駆動され,A/D 変換できる上下限をそれぞれ示します。なお A/D 変換レンジ(FS)は入力信号感度「RANGE」「VOLTS(p−p)」に対応しています。

＊　「OVF」＝オーバーフロー

緑色 LED は<図4−3>に示す様に FS を 10 等分したレベルの表示をします。

○　点灯動作の説明

⑧のオフセットダイアルの読みが「5.00」で，④の入力結合選択スイッチが「GND」か又は④が「DC」で，③に印加される入力電圧が0Vの場合（いずれも信号レベルが A/D 変換レンジにおける中央値の場合），レベル表示は<図4−3>においてNO.5，NO.6 が点灯した状態となります。

<図4−3>

次に直流信号の場合を考えてみます。<図4−3>におけるAレベルの場合はNO.4 ，BではNO.2 ，Cでは「+OVF」及びNO.1 ，DではNO.8のLEDがそれぞれ点灯します。つまり次の点灯スレッシュホルドレベルになるまで下位(ゼロスケールに近い)のLEDが点灯しており，判断レベルを越えた場合，表示が入れ替わります。OVFが点灯した場合は表示は入れ替わらず「+OVF」の場合NO.1,「−OVF」の場合NO.10は消灯しません。

交流信号の場合，低速信号では発光点の移動として表示され高速信号においては振幅間で常時点灯した状態になり振幅が表示されます。

「+OVF」,「−OVF」の動作は，A/D変換後のデジタルデータを判断して点灯しています。したがってその点灯はサンプリングクロックに同期していますので低速サンプリング時には点灯時間間隔が長くなります。この事は入力信号がオーバーフローした場合すべてに「+OVF」又は「−OVF」が点灯するとはかぎらないことを意味します。高速サンプリング時はほとんど問題になりません。

⑫ モニタ信号出力コネクタ 「MONITOR OUT」

MONITOR OUT

入力増幅器の出力が接続されています。
入力信号をモニタする場合又はオプション装置へ信号を供給する場合やタイミングコントロールユニットへの外部トリガ信号として用います。
フローティング形 BNCコネクタを使用しており，外囲の金属部が信号グランドとなっています。

出力電圧は± 2.5 V/FSで，出力電流は±5mA以下です。出力インピーダンスは 220Ω± 10%です。

⑤「RANGE,VOLTS(p—p)」,⑥「VARIABLE」,⑧「OFFSET」に対応した出力電圧となっていますが，FS内についてのみ有効出力で(出力電圧で± 2.5V以内) FSを越えた部分においてはひずみが生じ直線性が悪化します。

⑬ 再生アナログ出力コネクタ「D/A OUT(Y)」

D/A OUT (Y)

記録された波形(デジタル化されている)をD/A変換したアナログ信号出力です。D/A 変換器はA/D 変換分解能に応じて8 bit(8710A,8711A,8712A),10bit(8720A,8721A,8722A),12bit(8730A,8731A,8732A) を持っています。出力電圧は+FSで2.48V ± 1 %，−FSで−2.5V±1%です。出力電流は±5mA以下で出力インピーダンスは100Ω± 10%となっています。

記録中は A/D 変換→ D/A 変換が同時に行なわれメモリに記憶されるデータと同じ内容がアナログ信号として出力されます。

(Y)の表示は記録波形をモニタする場合，この出力信号をモニタ装置(オシロスコープ，XYレコーダ等)のY軸端子に接続することを意味しています。

＊この出力信号は後述する⑮「CHANNEL」のチャンネルセレクトボタンが押されている場合のみ有効となります。ボタンが押されていない場合，この出力信号は+FS(+2.48V±1%)になります。

⑭ メモリプロテクト／クリア スイッチ「MEMORY PROTECT/CLEAR」

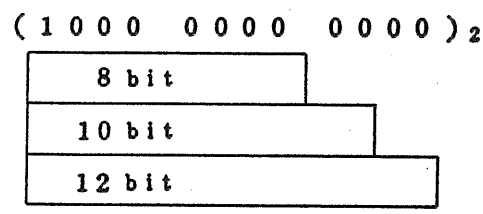
上側に倒した状態で「MEMORY PROTECT」，下側は「CLEAR」でモメンタリー動作（はね返り）です。

通常はセンター（上下どちらへも倒していない状態）の位置で使用します。

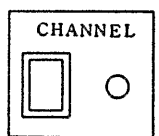
メモリプロテクトはメモリの書替えを禁止します。ただし読出しは可能です。

クリアは記録したデータを消す場合に用います。クリアの電気的動作はアナログ信号の０Ｖを記録するという動作をデジタル的に処理しています。この場合のデジタルデータは

$(1000\ 0000\ 0000)_2$

8 bit
10 bit
12 bit

になり⑬「D/A OUT (Y)」のアナログ出力は０Ｖ±20mVとなります。多チャンネル動作の場合，特定の入出力信号ユニットだけクリアすると他のチャンネルとの同期がずれます。この場合メインフレームの「SYSTEM RESET」を押して再び「READ」してください。

＊再び記録する場合，旧データを消しながら新しいデータに書替えるので前もってクリアする必要はありません。
ただし途中で記録を中止した場合や「PRE DELAY」の場合は，全記憶容量書かないで記録動作を終了することがありますので，必ず「CLEAR」することをお勧めします。

⑮⑯ チャンネルセレクトスイッチ 「CHANNEL」

押ボタンスイッチで押してロックされた状態で ⑯の赤色 LED が点灯し，その入出力信号ユニットが動作可能であることを示します。

この状態で本ユニットは外部又は他のユニットとの間でデータの入出力が可能となります。

チャンネルセレクト機能はこのスイッチが押されていれば外部よりコントロールすることができます。（メインフレーム及びインターフェースの取扱説明書に従ってください。）

チャンネルセレクトしない（オフ）場合⑭のメモリクリアは不可能になり⑬「D/A OUT (Y)」の出力は +FS になります。アナログ入力増幅器系はチャンネルセレクトスイッチに無関係に動作しています。したがって⑩⑪のレベル表示回路及び⑫の「MONITOR OUT」は動作状態になっています。

＊本スイッチは，入出力信号ユニットの電源スイッチではありません。したがってメインフレームの電源スイッチが投入されていれば，電源が供給されています。ユニットの挿抜に際しては必ずメインフレーム電源を「OFF」にしてください。

⑰ ユニット固定ビス

メインフレームに固定するためのビスです。電源投入前に必ず，確実に固定されているか確認してください。

4.2 電源投入前の設定及び準備（測定を行なう前に）

4.2.1 メインフレームについて （8702Aの場合）

本入出力信号ユニット又は他のユニットが挿入されていない位置にはブランクパネル及びターミネーションボードが確実に取り付けられているか確認してください。ブランクパネルは内部電子デバイスの防じん，通風冷却の適正化のために，ターミネーションボードは内部高速デジタル信号を正確に伝送するために必要です。

＊電源電圧及び周囲環境については充分注意し，使用前の注意事項及びメインフレームの取扱説明書により再確認してください。

4.2.2 波形モニタの為のケーブルの接続について

タイミングコントロールユニットの「TIME BASE(X)」をモニタ用オシロスコープのX軸入力端子に，本入出力信号ユニットの「D/A OUT (Y)」をY軸入力端子にそれぞれ付属のBNC−BNCケーブル（BB−1）を用いて接続します。

＊モニタ用オシロスコープはX−Yモード動作が可能で帯域1MHz以上のものを使用してください。
入力結合はX，Yとも「DC」を使用し，X軸の入力感度は0.5V/DIV，Y軸は1V/DIV にすると便利です。

＊X−Yモード動作が不可能なモニタオシロスコープの場合や，X−Yレコーダ等を使用する場合はタイミングコントロールユニットの取扱説明書4.2項を参照するとともに使用するオシロスコープやX−Yレコーダの取扱説明書に従ってください。

4.3　はじめての使用に際して（確実に入力信号を捕捉するために）

ここではメインフレームより出力されているテスト信号（くり返し連続信号，1 kHz正弦波1Vp_p）を用いて，確実に入力信号を捕捉するための手段としての代表的な部分の機能と操作法を説明します。これらの操作は（メインフレーム）－（タイミングコントロールユニット）－（入出力信号ユニット）相互間の正常動作の確認をも意味します。

＊特別にことわらない限りオシロスコープによりモニタするものとします。この場合「CRT読出し」という表現を用い，4.2.2項による接続がされているものとします。

4.3.1　電源投入前のパネル面の設定

○タイミングコントロールユニット

「RECORD」……………………「NORM」
「NORM／INTERMIT」…………「NORM」
「READ」…………………………「CRT(10μs)」
他は任意

○入出力信号ユニット

⑮「CHANNEL」……………オン（押してロックされた状態）
⑭「MEMORY PROTECT／CLEAR」
……………センター（オフ）の位置
⑨「OFFSET」……………ダイアル目盛「5.00」
⑤「RANGE」…………………1 Vp_p
⑥「VARIABLE」…………「CAL'D」の位置
④「AC／GND／DC」…………「GND」

＊モニタ用オシロスコープはあらかじめ電源を投入しておいてください。X軸感度は0.5V／DIV Y軸は1V／DIVにすると便利です。

4.3.2　電源の投入

(1)　メインフレームの電源スイッチを投入するとメインフレームの電源表示灯（緑色 LED）が点灯し冷却用ファンが回転をはじめます。

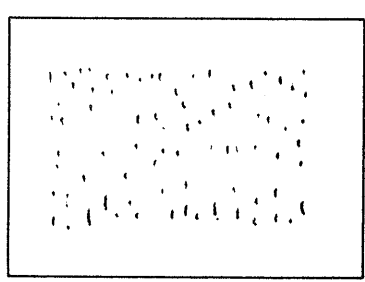
(2) 入出力信号ユニットにおいては⑯の「CHANNEL」LED（赤色）及び⑩のレベル表示用LED（緑色）が中心付近で1点又は2点，点灯します。

(3) 上記の各 LED が点灯しているにもかかわらず冷却用ファンが回転をはじめない場合は，すみやかにメインフレームの電源スイッチを「OFF」し，ファンの点検をしてください。

(4) 上記の各 LED が点灯せず冷却ファンも回転しない場合はメインフレームの取扱説明書に従って，電源電圧，ヒューズ等の確認をしてください。

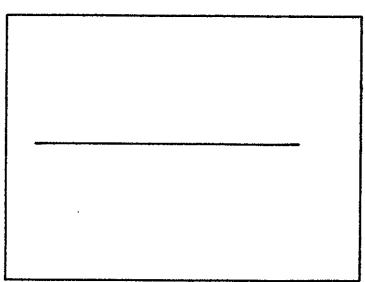
＊1度電源を「OFF」とした場合，再投入するまですくなくとも8秒間お待ちください。

＊冷却ファンの停止は内部電子デバイスに損傷を与える場合があります。

4.3.3 メモリの内容を読出してみる

(1) タイミングコントロールユニットの「READ」ボタンを押すとランダムなメモリの内容が読出されます。メモリの内容は何のイニシャライズもされておらず特定のデータとすぐ区別ができます。

(2) モニタ用オシロスコープのポジションを操作して波形を管面の中央に調整します。

(3) 入出力信号ユニットの⑭を操作してメモリの内容を「CLEAR」してみます。（スイッチは手をはなすとはね返り，元にもどる）

(4) メモリの内容は0Vに書替わりましたのでこの信号をモニタ用オシロスコープの0Vとなる様にY軸ポジションを操作して管面のスケールに一致させます。

＊「CLEAR」の操作は何回やっても問題ありませんが多チャンネル動作の場合，特定の入出力信号ユニットだけクリアすると他のチャンネルとの同期がずれます。この場合メインフレームの「SYSTEM RESET」を押してから再び「READ」してください。

4.3.4 テスト信号による各部の操作説明

(1) 入出力信号ユニットの④「AC/GND/DC」を「DC」にします。

(2) ③「INPUT」に付属のBNC－ワニグチケーブル(BW-1)を接続し，ワニグチ部の赤側をメインフレームの「TEST SIGNAL」に接続します。

＊この場合，ワニグチ部の黒側は接続不要

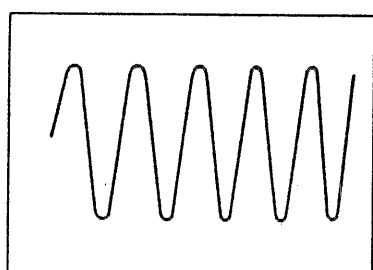
(3) タイミングコントロールユニットは下記の様に設定します。

「SAMPLING」…………………… 「5μsec」
「RECORD」…………………… 「AUTO」「TRIG'D」
「TRIGGER」…………………… 「＋」「AC」「INT」
「LEVEL」ツマミ …………………… 「0」
「READ」…………………… 「CRT(10μs)」
「SYNC」…………………… 任意

次に「SYSTEM RESET」を押したのち「MODE」の「READ」を押してください。

＊メインフレームにおけるⅠ，Ⅱ，Ⅲ，ⅣチャンネルのうちⅠチャンネル以外に入出力信号ユニットが挿入されている場合は，付属のBNC－BNCケーブル(BB-1)を用いて該当するユニットの「MONITOR OUT」とタイミングコントロールユニットの「EXT IN」とを接続してください。この場合「TRIGGER」の「INT/EXT」は「EXT」にしてください。

＊内部トリガ「INT」はメインフレームにおけるⅠチャンネルのみの信号が伝送されます。多チャンネル動作の場合に注意してください。

(4) 以上の操作で左の様なテスト信号波形(正弦波，約5周期)がモニタできます。この状態では本装置はリアルタイムオシロスコープとほぼ同様の動作をしています。タイミングコントロールは「MODE」の「RECORD」,「READ」及び「TRIG'D」のLED(赤色)が点灯しています。

入出力信号ユニットにおいては⑩のレベル表示用LED（緑色）がすべて（10点）点灯します。この状態はA/D変換レンジが有効に使われていること示しています。

＊「+OVF」か又は「−OVF」が点灯（赤色LED）している場合は「OFFSET」のツマミを操作して，この赤色LEDを消灯してください。このLEDが両方同時に消灯できない場合がありますがこの段階では問題にしません。これらLEDが点灯している場合は，その方向のA/D変換レンジを越えている事を示しています。「OFFSET」の操作については後述します。

(5) ⑥「VARIABLE」を反時計方向に回転させると⑦「UNCAL」のLEDが点灯（赤色）します。この場合⑩のレベル表示は「+OVF」「−OVF」に近い側のLEDから消灯します。この動作を確認したら⑥「VARIABLE」を元にもどしておきます。（「UNCAL」のLED消灯）次に⑤「RANGE」を「1Vp−p」から「2Vp−p」に切替えます。前記の「VARIABLE」の操作時と同じ様なレベル表示の動きになる事を確認してください。

＊モニタ波形は操作に応じて増減します。一般には，③の「INPUT」に印加される信号に応じて操作し，レベル表示にしたがって「±OVF」を点灯させない様に（A/D変換レンジを越えない様に）します。

＊「VARIABLE」を使用すると入力感度は非校正となります。

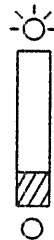
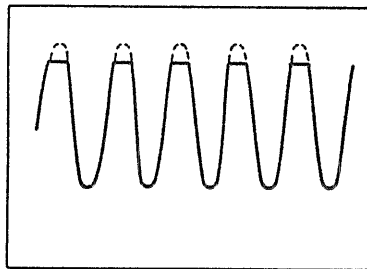
＊上記操作時，まれにモニタできなくなる場合（管面がスポット1点になる）がありますが，この場合はタイミングコントロールユニットのトリガレベルがずれている場合です。（多くの場合，⑤又は⑥によりレベルをしぼった場合に発生します。）この場合，タイミングコントロールユニットの「LEVEL」を調整（「0」付近で）すれば「TRIG'D」のLEDが点灯して再びモニタできます。

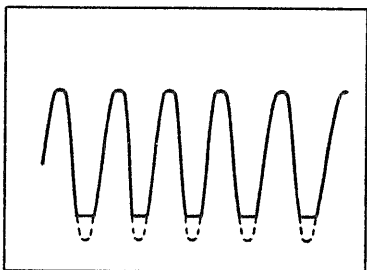
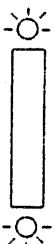
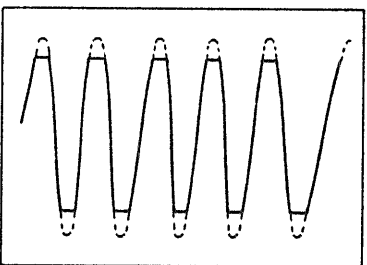
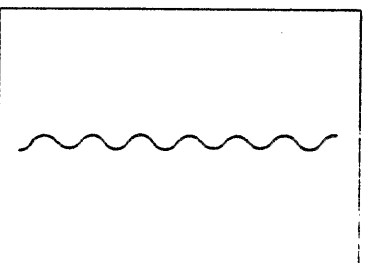
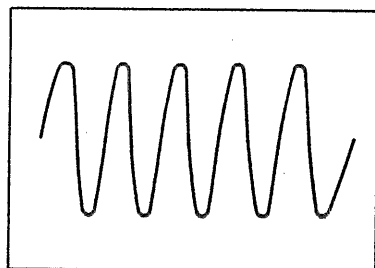
(6) 次にトリガレベルの確認をしてください。タイミングコントロールユニットの取扱説明書4.4項に従って「+/−」,「AC/DC」「INT/EXT」の動作を確認してください。

＊「AUTO」機能では，リアルタイムオシロスコープとほぼ同様の動作をしていますので，記録動作をする前に，あらかじめ入力信号の内容を知る事ができます。したがって適正な入力信号感度の選択及びトリガ条件，サンプリング時間間隔の設定をすることができます。

4.3.5 入力レベル表示の応用

入力信号が A/D 変換レンジを越えた場合，その方向の「OVF」 LED が点灯します。 A/D 変換レンジ以上の信号については，それぞれ上下限値（デジタルデータ）にクランプされた状態で記録されます。これはA/D 変換器が，その変換レンジを越えた信号についてはデジタルデータを発生できないからです。

点灯

消灯

上限がクランプされている状態です。⑧「OFFSET」のダイアルを反時計方向（0 の方向）にまわし，直流レベルを下げてください。

下限がクランプされている状態です。⑧「OFFSET」のダイアルを時計方向（10 の方向）にまわし直流レベルを上げてください。

上，下限ともクランプされている状態です。入力信号感度オーバーですから⑤「RANGE」を上げる（反時計方向）か⑥「VARIABLE」を使用して入力信号が A/D 変換レンジ内に入る様にしてください。

オーバーフローする事を恐れて入力感度を下げすぎると，有効な A/D 変換ができなくなり記録波形の質（分解能）を低下させます。

適正レベルの場合です。「+OVF」「−OVF」のLEDは点灯せずレベル表示用の緑色 LED が全部点灯しています。

＊本入出力信号ユニットの入力レベル表示回路の周波数特性は入力増幅器の周波数帯域に準じています。

8bit	8710A	200 kHz
	8711A	
	8712A	
10bit	8720A	100 kHz
	8721A	
	8722A	
12bit	8730A	50 kHz
	8731A	
	8732A	

−3 dB以内

＊入力信号感度「RANGE」の10倍を越える過大入力の場合，緑色 LED のレベル表示が不規則な動作をする場合がありますが動作に異状はありません。

＊「+OVF」,「−OVF」の動作は，A/D 変換後のデジタルデータを判断して点灯しています。したがってその点灯はサンプリングクロックに同期していますので低速サンプリング時には点灯時間間隔が長くなります。この事は，入力信号がオーバーフローした場合（A/D変換レンジを越えた場合）すべてに「+OVF」又は「−OVF」が点灯するとはかぎらないことを意味します。
高速サンプリング時はほとんど問題になりません。

4.3.6　オフセットの加算

⑧「OFFSET」には2つの用途があります。

1. 前項までの説明にも出てきた様に，A/D 変換レンジを有効に使用するため補助的に使用する場合。
2. 積極的に DC レベルを加算して入力信号のレベルシフトを行なう場合。

いずれもの場合でもダイアル目盛は校正されていますので加算量が使用している⑤「RANGE」に応じて直読できます。（ダイアル目盛と加算量は<図4－2>を参照してください。）

ここでは積極的な利用法について説明します。

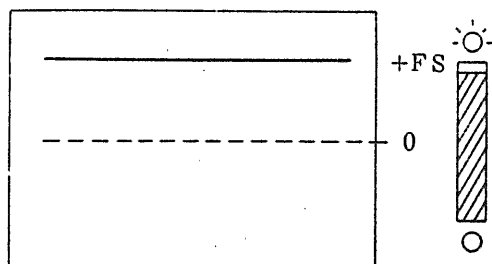
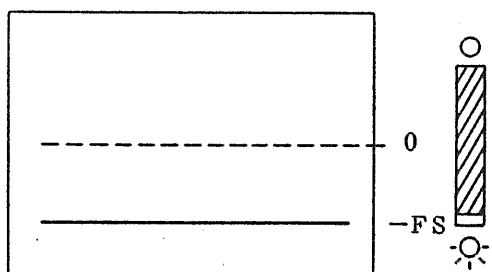
(1)　パネル面の設定は

入出力信号ユニット………………… 4.3.1 項及び 4.3.4 －(1)(2)項

タイミングコントロールユニット……… 4.3.4 －(3)項（＊印に注意）

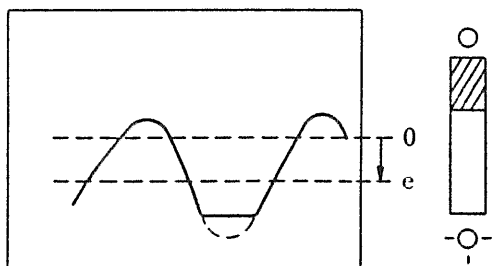
に従ってください。

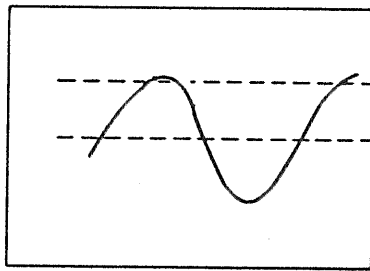
入力レベルは適正レベルにあるかどうか 4.3.5 項に従って操作してください。

(2)　⑧「OFFSET」を時計方向にまわしていきます。（ダイアル目盛「10」に向って）　………………………「+OVF」点灯

モニタ波形は上部がクランプされた状態からダイアル目盛「10」(まわしきった状態)では完全に姿を消しモニタ上は+FSのデータのみになります。

次に⑧「OFFSET」を反時計方向にまわしていきます。(ダイアル目盛「0」に向って)今度は適正レベルを経由して………「-OVF」点灯
ダイアル目盛「0」(まわしきった状態)ではモニタ波形は−FSのデータのみになります。

これらの動作は⑧「OFFSET」ダイアルにてオフセットが⑤の「RANGE」の±100%間,連続して加算できることを示しています。すなわちA/D変換レンジ内の信号を(+)方向,(−)方向にそれぞれ100%シフトし,レンジ外に追い出すことができます。

*⑩のレベル表示もこれらの操作に応じて変化します。10個から構成されているレベル表示用LED(緑色)の点灯スレッシュホルドレベルは,正確には校正されておりませんので⑧「OFFSET」のダイアル目盛との関係には誤差が生じます。多チャンネル動作の場合,他の入出力信号ユニットのレベル表示との間にも感度誤差が生じます。

(3) ダイアル目盛は校正されているので以下の様な応用も考えられます。

「OFFSET」=「5.00」

左図の様な波形がモニタされたとします。この場合の直流シフト分(e)はどのくらいかを求めてみます。
⑧「OFFSET」は「5.00」,⑤⑥は「1Vp−p」「CAL'D」でAUTO動作をしているものとします。

「OFFSET」=「6.50」

⑧「OFFSET」を時計方向にまわし波形を管面の中央にシフトします。
この時のダイアルの読みが「6.50」であれば

$$e = \left(\frac{5.00 - 6.50}{5.00}\right) \times 1\,V_{p-p} = -0.3\,V$$

と求められます。

したがって「CAL'D」における入力信号感度⑤「RANGE」は「OFFSET」=「5.00」ならば各レンジは

$$0.1\,V_{p-p} = \pm 0.05\,V$$

$$0.2\,V_{p-p} = \pm 0.1\,V$$

となり正負対称の入力感度になります。
「OFFSET」=「5.00」でない場合は

$$+FS = \frac{1}{2}V_R - \frac{(D-5.00)}{5.00} \cdot V_R$$

$$= \left(\frac{3}{2} - \frac{D}{5.00}\right) \cdot V_R \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

$$-FS = -\frac{1}{2}V_R - \frac{(D-5.00)}{5.00} \cdot V_R$$

$$= \left(\frac{1}{2} - \frac{D}{5.00}\right) \cdot V_R \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

ここで V_R ：入力信号感度（V_{p-p}）
D ：オフセットダイアルの読み

(例)　$V_R = 1V_{p-p}$，　D = 6.00 なら

$$+FS = +0.3\,V$$

$$-FS = -0.7\,V$$

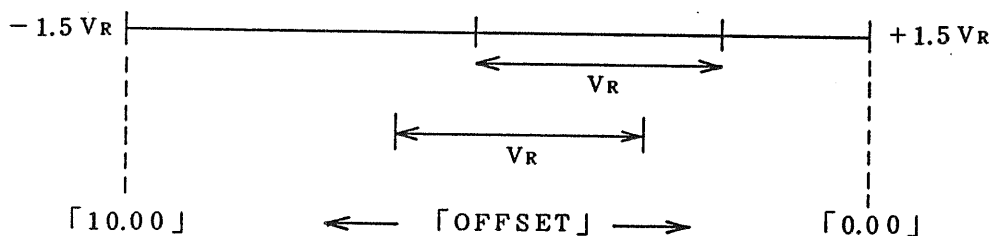
となります。
あくまで

$$(+FS) - (-FS) = V_R$$

となります。

(1), (2) 式より　D = 0.00 のとき　$+FS = \frac{3}{2} V_R$

D = 10.00 のとき　$-FS = -\frac{3}{2} V_R$

以上の様にオフセット加算機能により入力信号感度の±1.5倍の入力信号を扱うことができ，その範囲内において A/D 変換レンジが V_R ということになります。

＊オフセットを加算して使用する場合は，入力信号が直流分を持っていたり又はフローティングされている電圧を測定する場合が多分にあります。この場合信号グランド(「INPUT」BNC 接栓の外囲金属部分)の接続に注意してください。

特に多チャンネル動作時において，信号源電位により信号グランド間に電位差が生じた場合，過大な電流が信号グランドを通して流れ，故障の原因になります。モニタに使用しているオシロスコープ等のアイソレーションの問題も重要となります。

メインフレームと信号グランドは分離されていますが，信号グランドは全てつながっています。

4.3.7 プローブの使用

信号源のインピーダンスが高い場合や被測定側に極力影響を与えないようにして信号を測定する場合は10：1 のオシロスコープ用のプローブを使用することができます。プローブを使用すると入力抵抗は1MΩから 10 MΩ（公称値）になります。

＊ ⑤「RANGE」の入力感度はパネルの表示値を 10 倍した値になります。つまりプローブを使用することによって入力感度は 1/10 になります。

＊　最大許容入力電圧はプローブの性能によりますが500Vp_p（DC＋AC　PEAK）未満，1 kHz 以下，1 分間以内で使用してください。

＊　本入出力信号ユニットの入力容量（35pF±10pF）に整合できるプローブを使用してください。位相あわせは下記に従って正確に行なってください。

○　プローブの校正

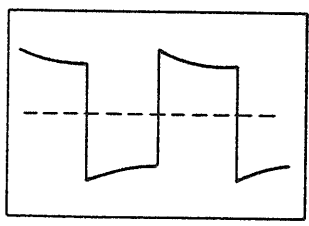
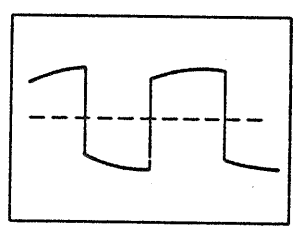
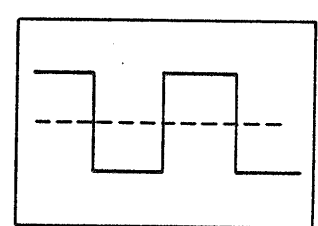
(1)　AUTO動作にて行ないます。パネル面の設定は
　入出力信号ユニット……………4. 3. 1 項及び 4. 3. 4 －(1)，(2)項ただし
　　⑤「RANGE」は0.1 Vp_p
　タイミングコントロールユニット……4. 3. 4 －(3)項（＊印に注意）
に従ってください。
入力レベルは適正レベルにあるかどうか4. 3. 5 項に従って操作してください。

＊　⑬「D／A　OUT(Y)」出力を用いた「CRT読出し」による方法をここでは説明します。この方法は A／D 変換→ D／A 変換を経由した信号出力にてプローブを校正するため，本ユニットの全性能を含んだものとなります。
一方⑫「MONITOR　OUT」を単にオシロスコープにて観測してプローブを校正する方法があります。こちらは入力増幅器出力にて校正するためタイミングコントロールユニットと無関係になり随時校正ができる利点があります。

＊　校正用信号源はモニタ用オシロスコープの校正信号（1Vp_p方形波）又は適切な方形波発生器（立上り，立下り時間200 nsec以下，1Vp_p 出力，出力インピーダンス1 kΩ以下の出力を得られるもの）を用いてください。

＊　オーバーフロー（⑪「+OVF」「－OVF」）を点灯させないでください。A／D 変換レンジを越えた信号についてはA／D変換器がデジタルデータを発生できないため，上下限値（デジタルデータ）にクランプされた状態で記録されてしまいま

す。したがって方形波はオーバーシュートやサグ等のない理想的なものになってしまいます。

(2) タイミングコントロールユニットの「SAMPLING」を操作してモニタ用オシロスコープ上に約2周期の方形波を出します。
次にプローブのコンペンセータをドライバー等でまわし，下図の最良の波形になるように調整します。

要 調 整

要 調 整

最 良

4.3.8 ウォームアップ及び入力増幅器 DCバランスのとり方

安定な動作を確保するために電源投入後，すくなくとも30分間のウォームアップを行なってください。特に本ユニットを含む装置を温度差の大きい環境間で移動した場合など，さらに充分なウォームアップを行なってください。

＊ 環境の温度差が10℃以上ある場合は注意してください。

＊ 入力増幅器のDCレベル温度ドリフトは25℃±10℃の範囲内において，仕様に規定しています。

○ DCバランス 「BAL」のとり方

(1) AUTO 動作にて行ないます。パネル面の設定は

入出力信号ユニット………………… 4.3.1項及び4.3.4－(1)，(2)項
ただし⑤「RANGE」は0.1 V_{p-p}

タイミングコントロールユニット……… 4.3.4－(3)項
ただし「RECORD」は「AUTO」「FREE RUN」

に従ってください。

＊⑧「OFFSET」ダイアルは「5.00」，タイミングコントロールユニットの「RECORD」は「AUTO」「FREE RUN」にすることが重要です。

(2) この設定でモニタ用オシロスコープにはほぼ中央に輝線が1本現れます。この状態で上記ウォームアップをしてください。

(3) 次に⑭を下側に倒し「CLEAR」します。(スイッチは，はね返り）
何度か「CLEAR」しこのクリアレベルを0Vとして管面上にマークします。

＊クリアレベルは1回の「CLEAR」操作で約0.1秒間発生します。

(4) ⑨「BAL」をドライバー等でまわして，マークしたクリアレベルに一致させます。つまり⑧「OFFSET」のダイアルが「5.00」で入力増幅器の DCレベルが0Vになるように調整します。

(5) 精度を上げて調整する場合はデジタルボルトメータ（分解能，1mV以上の性能のものを用いてください。） を使用します。

(6) AUTO動作を中止し，

＊ タイミングコントロールユニットの「RECORD」を「NORM」－「NORM」にし「READ」ボタンを押します。

「CLEAR」操作をします。次にデジタルボルトメータ（以下DVM)を⑬「D/A OUT(Y)」に接続します。
この時のDVMの読みが0±20mVであるかどうか確認します。
＊ このレベルがクリアレベルです。0±20mVでない場合はD/A変換器のオフセットずれです。

(7) AUTO動作にもどし(4)項と同様に⑨「BAL」をドライバー等でまわしDVMの読みが0±20mV以内になる様に調整します。

4.3.9　まとめ

今までの操作で下記の事項が確認できます。確実に入力信号を捕捉するために充分理解してください。

(1)　サンプリング周期は適当か，疎すぎないか又は密になりすぎて記録時間が短かすぎないか。

(2)　振幅，DCレベルは適当か，A/D変換レンジを越えていないか，DCレベルが片よりすぎてないか，振幅が小さすぎて記録波形の質（分解能）を低下させていないか。

その他AUTO動作の「FREE　RUN」は（操作の詳細はタイミングコントロールユニットの取扱説明書に従ってください。）入力信号が直流とかレベルが小さい場合でトリガ信号を得にくい様な時に用います。波形の概略を知ることができ便利です。

4.4　一般的な動作説明及び使用法

代表的な記録，読出し動作はタイミングコントロールユニットの取扱説明書に従ってください。

- ○「AUTO」動作
- ○「PREDELAY」
- ○「NORM」
- ○「INTERMIT」
- ○「DELAY」
- ○トリガ条件設定
- ○「READ」の方式選択
- ○「SYNC」出力の選択
- ○「DELAY （×10）」の設定

特にサンプリング速度と記憶容量により決定される記録時間は重要ですのでこの項でも説明します。（4.4.2項）
その他入力信号の時間変換（サンプリング周期と読出し周期とを違えた場合の応用）及び読出し波形から実波形への振幅（電圧）変換等もタイミングコントロールユニットの取扱説明書4.5項を参照してください。

4.4.1　A/D 変換レンジの有効利用について

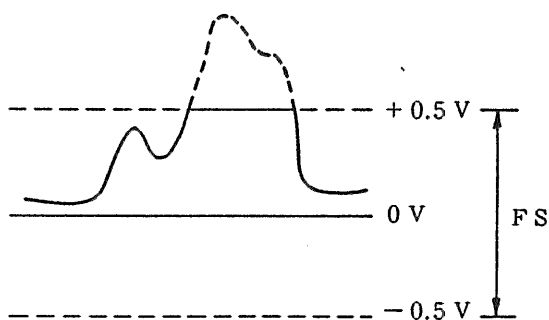
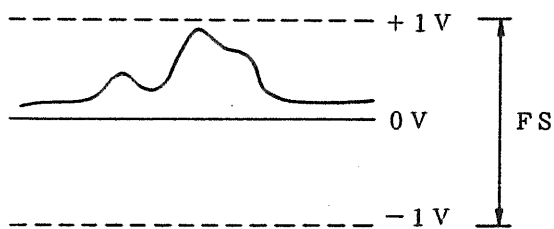
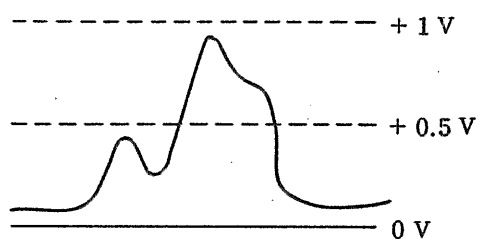
＊入力信号感度「RANGE」,「OFFSET」ダイアル，レベル表示「LEVEL」の使用法。

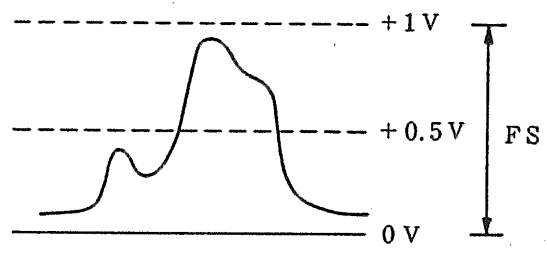
8ビットの A/D 変換はそのレンジ（FS＝フルスケール）を 255等分に分割してデジタル信号化しています（8 bit 分解能）。
したがって入力信号がFSの $1/2$ になると 256 種類のデジタルコードの発生ができるにもかかわらずその $1/2$（128種類）しかデジタルコードを発生できなくなります。このことは分解能が7 bit（$1/127$）に低下したことを意味します。同様に $1/4$ FSの入力に対しては6 bit($1/63$) の分解能になってしまいます。

＊　以上は8 bit(8710A,8711A,8712A)の場合で説明しましたが，一般に A/D 変換器はこの様な性質を持っています。

したがって本ユニットの特長でもある LED によるレベル表示により,FS内にどれくらい入力信号があるか判断します。そして「RANGE」,「OFFSET」の操作によりできるだけ A/D 変換レンジを有効に利用してください。

4.3.5 項(入力レベル表示の応用)でも説明しましたが, A/D 変換レンジを有効に利用するため,ここでも例をあげて説明します。

(例) 入力信号には,パルス波形など左図の様に片極性の電圧しかないものがあります。この場合,そのままですと A/D 変換レンジの半分しか利用できません。しかし以下に順に示すように入力信号波形の電圧と逆方向のオフセットを印加することにより A/D 変換レンジを有効に利用でき,波形の質(分解能)を高めることができます。

入力感度「RANGE」が 2Vp_p で「OFFSET」ダイアルが「5.00」(オフセット加算なし)の場合です。
FSの(+)側半分しか使用していないので波形の細部まで見にくくなっています。

波形の細部を見たいので入力信号感度「RANGE」の感度を上げ 1Vp_p にしました(「OFFSET」は「5.00」のまま)。
波形の細部まで見ることはできますが,ピーク部分は FS 外に出てしまい A/D 変換できません。

「RANGE」は1 Vp-p のまま「OFFSET」ダイアルをまわして(反時計方向)オフセットを加算しました。
オフセットダイアルの読みが「2.50」で左図の波形が得られました。
これで A/D 変換レンジを有効に利用することができ，波形の全体が細部まで見えます。

＊ 「OFFSET」のダイアルは校正されており，入力信号の直流的な中央の電位は，ダイアル目盛の読みと入力信号感度から下記によって算出できます。

$$e = \frac{5.00 - D}{5.00} \times V_R \quad (V)$$

ここでe ：入力信号の直流的な中央の電位
D ：オフセットダイアルの読み
V_R：入力信号感度(Vp-p)

上記の例の場合

$$e = \frac{5.00 - 2.50}{5.00} \times 1 = 0.5 (V)$$

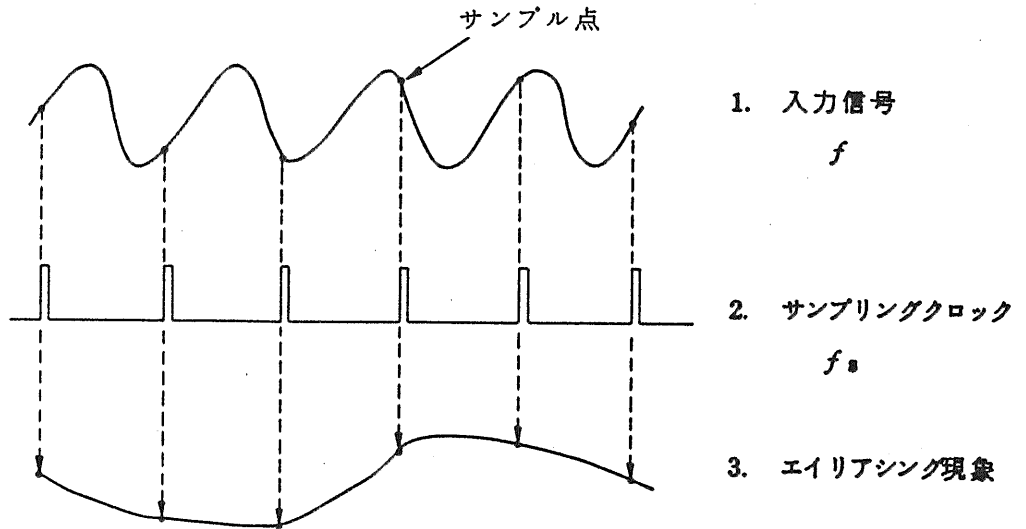
となります。

4.4.2 サンプリング速度「SMPLING」について

(1) サンプリング速度の決定とエイリアシング

サンプリング定理によれば入力信号の持つ情報を加工することなく量子化するには，入力信号周波数 f を $2f$ を越える周波数のサンプリング速度で量子化する必要があります。この条件を満足しないとエイリアシング(折り返し現象)が発生し入力信号を正しく捕捉することができません。

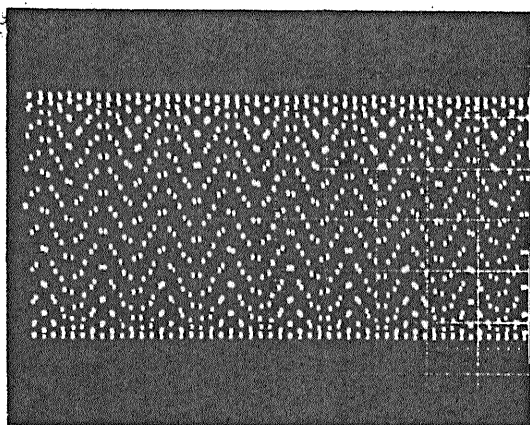
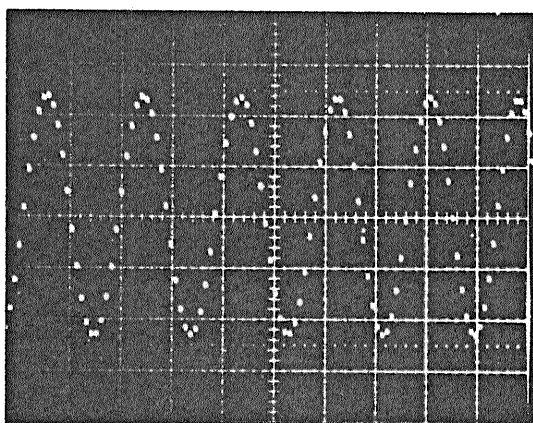
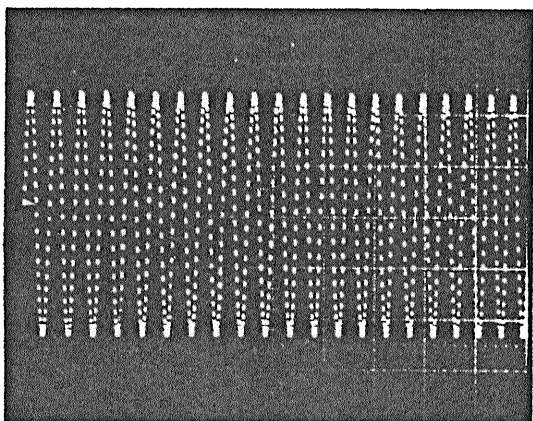
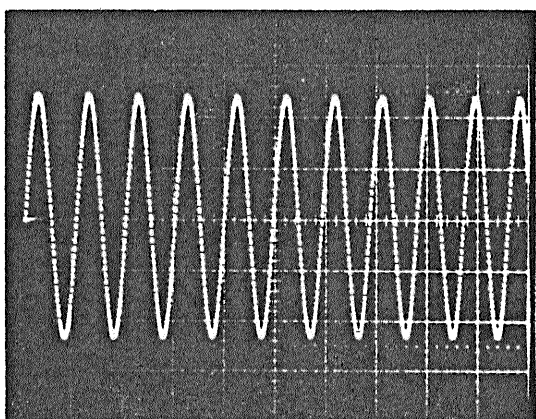
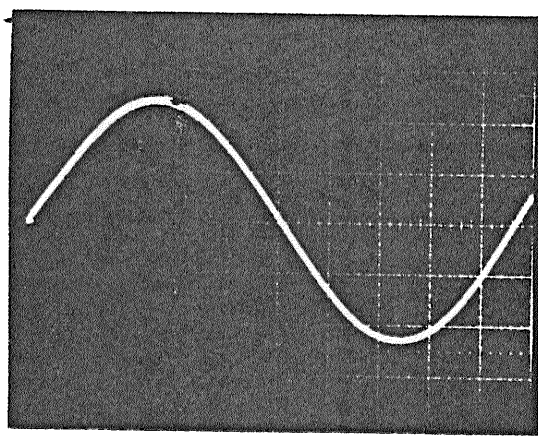
一般に入力信号は純粋な正弦波であることが少なく上の条件を満足しない高い周波数成分を含むことがあります。この場合，再生モニタ波形にはひずみが生じます。

エイリアシングの様子を下図によって示します。

ここでは $2f > f_s$ のたエイリアシングが発生しています。
このため3の波形は見かけ上 f が低くなっています。

(2) サンプリングのポイント数について

サンプリング定理による条件を満足していれば，入力信号を正しくデジタル変換できますが，デジタル化されたデータを D/A 変換してモニタする場合，多少条件がかわってきます。
本ユニットの「D/A OUT(Y)」出力を用いた場合，モニタ波形は点（ドット）の集まりで表示されます。

＊ 量子化された離散的なデジタルデータを個々に D/A 変換しているため。

したがってサンプリング速度に対して入力信号の周波数が高くなるにつれて1周期におけるサンプリングポイント数が減少します。（読出しドット数と同じです）この結果，正弦波のようなくり返し波形では視覚上のエイリアシング現象が発生します。この理由は，モニタ波形に視覚的に見える干渉じまが発生するため，最も近接した点（ドット）を結んで読みとってしまう傾向があるからです。以下に例をあげて説明します。

（1周期当り 20ポイントの例）
視覚上のエイリアシングが発生しています。しかし本当のエイリアシングではありません。目の錯覚で間違って読みとってしまうからです。

（1周期当り 20ポイントの例）
上の写真の波形を水平方向に 10倍拡大したものです。
本当のエイリアシングは発生していません。

（1周期当り 50ポイントの例）

（1周期当り100ポイントの例）

（1周期当り1000ポイントの例）
ほとんど連続で，点（ドット）の集まりである事を感じさせません。

以上の例で示した様に，正弦波の様なくり返し波形では1周期当り 25 ポイント以上サンプリングする必要があります。したがって D/A 変換出力によりモニタする場合，最高サンプリング速度が有限ですので実効的なデジタル化帯域が存在します。本ユニットが可能な最高サンプリング速度は

8 bit（8710A，8711A，8712A）が1μsec/word
10 bit（8720A，8721A，8722A）が2μsec/word
12 bit（8730A，8731A，8732A）が5μsec/word

ですから，その帯域はそれぞれ

8 bitは $\frac{1\ (\mathrm{MHz})}{25} = 40\,\mathrm{kHz}$

$\because 1\ (\mathrm{MHz}) = \frac{1}{1\ (\mu\mathrm{sec})}$

10 bitは $\frac{500\ (\mathrm{kHz})}{25} = 20\,\mathrm{kHz}$

$\because 500\ (\mathrm{kHz}) = \frac{1}{2\ (\mu\mathrm{sec})}$

12 bitは $\frac{200\ (\mathrm{kHz})}{25} = 8\ \mathrm{kHz}$

$\because 200\ (\mathrm{kHz}) = \frac{1}{5\ (\mu\mathrm{sec})}$

となります。

＊ この様な問題点を解決するには，AUTO動作（4.3項及びタイミングコントロールユニットの取扱説明書参照）により，あらかじめ記録波形を確認するか又は一般的なリアルタイムオシロスコープを併用してください。

(3) サンプリング速度と記録時間

記録時間＝（サンプリング速度）×（記憶容量）

という関係になっています。メモリの記憶容量が有限ですから

1 kword：8710A，8720A，8730A
2 kword：8711A，8721A，8731A
4 kword：8712A，8722A，8732A

記録時間はサンプリング速度を上げれば上げる程短かくなります。高速で継続時間が比較的長い信号を扱う場合は特に注意してください。
有限の記憶容量を有効に使うための機能に「INTERMIT」があります。
タイミングコントロールユニットの取扱説明書を参照してください。

(4) 最高サンプリング速度
ビット（bit）に応じて各モデルの A/D 変換速度に違いがあるため，最高サンプリング速度は下記の様になっています。

8 bit (8710A，8711A，8712A) は 1 μsec/word
10 bit (8720A，8721A，8722A) は 2 μsec/word
12 bit (8730A，8731A，8732A) は 5 μsec/word

＊ 外部サンプリングクロックを使用する場合は特に注意してください。

4.4.3　低速サンプリング

(1)　低速のサンプリング速度にて記録する場合，パネル面の設定等の各条件がうまくいっているかどうかを即座に確認できないため特に注意が必要です。

＊　4 kword(8712A,8722A,8732A)の場合，最長記録時間は約5時間半になります。(内部サンプリングクロック使用の場合)

したがってAUTO動作(4.3項及びタイミングコントロールユニットの取扱説明書参照)により実測の100倍～1000倍の速度で予備実験を行なうことをお勧めします。

実測中(記録)はモニタスコープ上の点(ドット)が，入力信号に応じて上下に，設定されたサンプリング速度に応じて右に移動することを確認してから本装置を離れてください。

(2)　記録の中断

しばしば途中で記録を中止したくなる場合があります。この場合は再び「RECORD」ボタンを押します。その時点までの入力信号を記録して動作を終了します。

＊　中断した時点におけるメモリのアドレス以降は過去のデータが記録されたままです。モニタ上は見分けが付きにくいので注意してください。したがって低速サンプリングにて記録する場合はあらかじめクリアすることをお勧めします。

(3)　記録中のクリア

記録中のクリアは基本的にはしないでください。特に低速サンプリングの場合，稀れに記録中にクリアをしてしまう場合があります。この場合記録終了までクリアデータをメモリに書き続けます。低速サンプリングでは記録終了までに時間がかかりますので中断したい時は「SYSTEM RESET」を押して再度やり直してください。

4.4.4　メモリのプロテクト

(1)　メモリプロテクトされているユニットは再記録禁止になり記録内容は保護されています。
多チャンネルでAUTO動作を行なうとき，1つでもメモリプロテクトされているユニットがある場合，AUTO動作はできません。

＊　この場合，メモリプロテクトされているユニットのチャンネルセレクト「CHANNEL」をはずすと（「CHANNEL」のLED消灯）AUTO動作ができます。

(2)　メモリプロテクトは記録中に操作しないでください。
記録中に操作すると，即座に記録動作を中止します。今まで記録された内容のメモリのアドレスがずれてしまいます。

(3)　電池によるメモリのバックアップを行なっておりませんのでメモリプロテクトされていても電源スイッチを「OFF」すると，メモリの内容は消えてしまいます。

＊電源ラインから注入されるノイズや，電源の瞬時停電等に注意してください。

4.4.5　読出し動作（「D/A　OUT(Y)の動的な特性について）
「D/A　OUT(Y)」出力は記録動作中に，メモリに記憶する内容と同じもの（つまり入力信号）をD/A変換して出力する機能と，記録したメモリの内容を読出しクロックによりD/A変換して出力する機能とがあります。いずれもD/A変換速度に限界がありますので下記の様な性質を示します。

(1)　記録中の出力は最高1μsec/wordまで応答しますが10μsec/wordより高速の場合は，分解能，振幅特性等にかなりの誤差が生じます。
このことはディレーライン機能で重要になります。（詳細は後述します。4.5.2項）

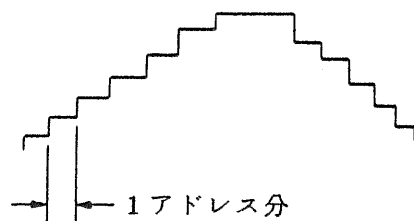
(2) 読出し中の出力も同様ですが，特に+FS，-FS間の変化が数アドレス間で存在する様な場合，振幅が低下します。高速読出し時は，もはやドット出力とはならず尾を引いた様になります。読出し速度を変化させてみて，この特性を確認してください。

＊読出しは最高1μsec/wordです。

4.4.6 「MONITOR OUT」と「D/A OUT(Y)」の違いについて

「MONITOR OUT」は入力増幅器の出力が接続されており，入力のアナログ回路部の出力信号です。したがって本ユニットのデジタル系とは無関係です。

出力振幅は入力信号感度「RANGE」，「VARIABLE」及び「OFFSET」に対応していて，A/D変換レンジ(FS)において±2.5Vとなる様に正規化されています。

「D/A OUT(Y)」はデジタル化された入力信号をD/A変換したアナログ信号出力です。したがって下図の様な階段状の出力で基本的には連続信号ではありません。特に4.4.5項で述べた様に読出し速度によって波形の質が変化しますので注意してください。

以上の様に両者は全く異なった系より出力されますのでDCレベルの温度ドリフト，周波数特性等に多少の差異が生じます。

これらの出力の応用については各使用法の説明に従ってください。

4.4.7　外部サンプリングクロックの利用について

外部サンプリングクロックを利用すると次の様な効果があります。

(1)　サンプリングクロックを連続に変化させたい場合。

(2)　測定しょうとする信号に同期してサンプリングクロックを発生させたり，クロックの周期を変化させたい場合。

内部サンプリングクロックは入力信号の系と非同期ですので同期のとれた外部サンプリングクロックを利用できることは特に低速サンプリング時に有効です。

＊　本ユニットは各モデルに応じて設定できる最高サンプリング速度が限定されています。下記に従ってください。

8 bit (8710A,8711A,8712A)は1μsec/word

10 bit (8720A,8721A,8722A)は2μsec/word

12 bit (8730A,8731A,8732A)は5μsec/word

4.5　その他の機能を動作させるための使用法

4.5.1　増幅器としての使用法

入力端子は「INPUT」，出力端子は「MONITOR OUT」を用います。

主な性能は仕様の「入力信号部」の項に定めるとおりです。

増幅度は「CAL'D」の状態で入力信号感度「RANGE」に依存します。

RANGE（Vp-p）	増幅度（倍）
0.1	50
0.2	20
0.5	10
1	5
2	2
5	1
10	0.5
20	0.2
50	0.1

となります。もちろん「VARIABLE」も可能ですし，オフセットの加算も自由です。

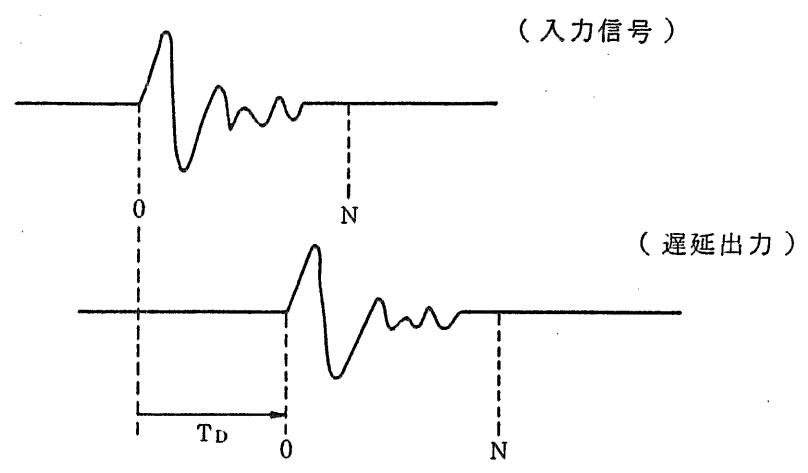
レベル表示の「+OVF」,「−OVF」は厳密に扱う必要はありません。これは増幅器のダイナミックレンジに余裕をもたせているからです。

＊ 出力は，わずかですがサンプリングクロック成分のノイズが混入しています。したがってサンプリング速度の設定に応じて混入ノイズの内容が違ってきます。このため純度の良い増幅信号を得たい場合には適しません。

4.5.2 ディレーライン機能について

ディレーラインとして，入力信号を遅延させた出力を得ることができます。一般のディレーラインを用いた場合，秒又は分単位の長時間遅延は不可能ですが本ユニットを用いればこれが可能となります。

＊ 実際には設定できる遅延時間と，扱える入力信号の周波数の関係に制限があります。これについては後述します。

＊ A/D変換，D/A変換によって求められる遅延信号のため波形の純度には限界があります。しかしA/D変換レンジを有効に使用し（4.4.1項参照），サンプリングのポイント数を増加させれば波形の純度を改善できます。

図において0，Nはメモリのアドレス，T_Dは遅延時間。

本ユニットのメモリのアクセス方式はWRITE AFTER READ（ライトアフターリード）方式のため，そのアドレスにおいてまず読出しを行ない次に書込み動作をしています。ディレーライン動作ではメモリの全アドレス（記憶長）を切れ目なしにアクセスし続けています。したがって今書込んだデータは（そのアドレスは）他の全てのアドレスを順々にアクセスされたのち再びアクセスされますので，記憶長だけ出力が遅延したことになります。

ここで

遅延時間T_D＝（サンプリング速度）×（記憶容量）

＊ 記憶容量＝記憶長とします。

通 常 1024（8710A，8720A，8730A）

2048（8711A，8721A，8731A）

4096（8712A，8722A，8732A）

となります。

以下に操作法，応用例を示します。

(1) パネル面の設定

○タイミングコントロールユニット

「RECORD」……………「PREDELAY」

「TRIGGER」…………「EXT」他は任意
トリガをかけない状態

「SAMPLING」………遅延時間の設定による。
（各モデルの最高サンプリング速度に注意）

＊ 他のボタンの設定は任意。パネル面の「DELAY」は全く関係がなくなります。

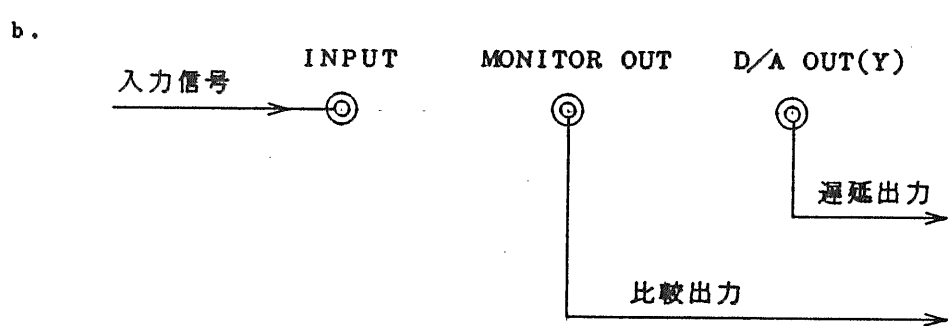
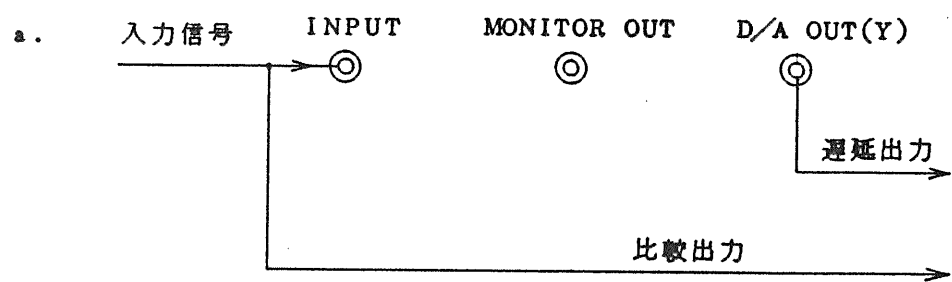
○入出力信号ユニット

印加する入力信号に応じて設定します。（4.3項参照）

次に内部のスライドスイッチを切替えます。メインフレームの電源をOFFとし，本ユニットを抜き出します。60Pのコネクタ部を持つ基板（A102）の中央下部のスライドスイッチを「DELAY」側に設定してください。

○遅延出力のとり出し方

a.

b.

＊比較出力は遅延時間及び位相の確認に使用します。

＊a，bいずれの場合も入力増幅器固有の遅延時間が含まれますので注意してください。

8 bit（8710A,8711A,8712A）は約2 μsec

10 bit（8720A,8721A,8722A）は約4 μsec

12 bit（8730A, 8731A, 8732A）は約8 μsec

これで各設定か終了しました。

次にタイミングコントロールユニットの「MODE」の「RECORD」ボタンを押します。これでディレーライン動作が開始されます。

＊動作を中止したい場合はメインフレームの「SYSTEM RESET」を押してください。

(2) 遅延時間の設定及び応用

遅延時間T_Dは

$$T_D = S \cdot N \quad (sec)$$

S：設定したサンプリング速度

N：メモリの記憶容量

(例)　$S = 1$ msec/word　$N = 1024$ (8710A,8720A,8730A)

$T_D = 1$ msec × 1024 = 1.024 sec

＊　サンプリング定理及び実効的なデジタル化帯域（4.4.2項参照）の条件を満足していれば入力信号の周波数には基本的には無関係の遅延時間が得られます。

この様に簡単に秒単位の遅延時間が得られるので

1. 残響効果を出すための信号源。
2. サーボ型多ペンレコーダの物理的ペン位置のちがいによる位相おくれの補正。
3. 各種センサーを含む機械系の遅延時間可変型の増幅器。

などの応用が考えられます。

○一般にサンプリング速度を低下させると波形の質が悪化します。このため遅延時間は，設定されたサンプリング速度に対して入力信号周波数に上限を与えます。

入力信号の1周期に25サンプル以上必要とすれば

$$\frac{1}{f} \geqq 25S$$

f：入力信号周波数

$$T_D = S \cdot N$$

だから

$$f \leqq \frac{1}{25} \cdot \frac{N}{T_D} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (1)$$

となります。

すなわち$N = 1024$ (8710A,8720A,8730A)の場合10.24 msecの遅延時間を得ようとするとき，(1)式より

$$f \leqq 4 \text{ kHz}$$

となり，4 kHz 以下の入力信号しか扱えなくなります。

さらに波形の質を向上させようとして，入力信号の1周期当り100サンプル以上必要とすれば (1)式は

$$f \leqq \frac{1}{100} \cdot \frac{N}{T_D} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2)$$

となります。

前例と同じく10.24msecの遅延時間を得ようとすれば(2)式より

$$f \leqq 1\ \text{kHz}$$

となり，1 kHz 以下の入力信号しか扱えなくなります。

それでは1周期当り100サンプルの場合，どの程度の周波数まで扱えるか示してみます。

8 bit (8710A) の場合は，最高サンプリング速度は1μsec/word ですから

$$T_D = 1\ \mu\text{sec} \times 1024$$
$$= 1.024\ \text{msec}$$

(2) 式により

$$f \leqq \frac{1}{100} \cdot \frac{1024}{1.024\ \text{msec}}$$

$$f \leqq 10\ \text{kHz}$$

となります。

同様にして各モデルの周波数を求めてみると

8711A, 8712A ： 10kHz

8720A, 8721A, 8722A ： 5kHz

8730A, 8731A, 8732A ： 2kHz

となります。

＊ ディレーライン動作において，設定できる最高サンプリング速度は各モデルの A/D 変換速度によって決まる最高サンプリング速度に一致しています。（最高サンプリング速度については4.4.2項及び仕様の項を参照してください。

＊　求める遅延時間（TD ＝S・N）を設定したのちサンプリング速度が以上に述べた条件を満足しているか確認することが大切です。

＊　外部サンプリングクロックを使用しますと（設定についてはタイミングコントロールユニットの取扱説明書を参照してください。）遅延時間を連続に変化させたり，入力信号との同期をとったりすることができます。
この場合も上記の条件を満足する設定を行なってください。

＊　ディレーライン動作終了後は必ず本ユニット内部のスライドスイッチを元に戻してください。

4.5.3　任意関数発生器としての応用

今までは記録を中心に考えてきましたが，ここでは読出し(READ)動作を中心に考えてみます。

すなわち，読出し(READ)は，メモリの内容をくり返し又は1回だけ読出しますので，あらかじめメモリの内容を細工しておけば（一般にROM化と言います。）必要とする任意関数を時間領域で発生することができます。

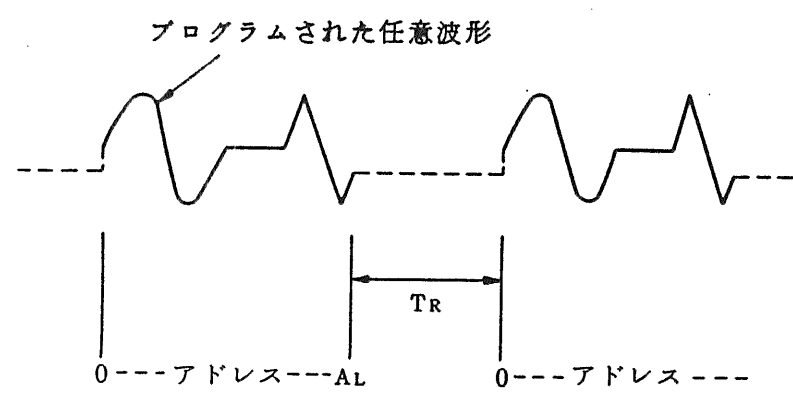
任意関数の作り方は

1. 「OFFSET」ダイアルを用いた「MANUAL SAMPL」による記録。
2. 「INTERMIT」記録による区間別信号。（メモリのアドレス分割による記録。）
3. 外部コントローラ（コンピュータ等）とソフトウェアにより，メモリにダイレクトアクセスする方法。ただしこの場合専用のインターフェースアダプタ(8790A,8791A)が必要です。
4. 通常の記録。

などが考えられ，種々の実験，シュミレーションの信号源として使用できます。

＊ 作り方1.は「MANUAL SAMPL」1回ごとに「OFFSET」ダイアルを操作して，FS内に任意の電圧を発生させメモリに記憶します。

＊ 任意関数の発生は，「READ」モードで動作します。
信号出力端子はもちろん「D/A OUT(Y)」です。
「TIME BASE(X)」「SYNC OUT」から同期した信号が得られます。詳しくはタイミングコントロールユニットの取扱説明書を参照してください。

＊ くり返し読出しにて，連続信号として使用する場合は読出し最終アドレスと0アドレス間のつなぎ目に注意してください。

A_L：最終アドレス

T_R：不連続区間

上図に示した様にT_Rが不連続区間になります。T_Rは読出しクロックの3周期分に相当します。（ただし約15μsec 以下になることはありません。）

＊ 最終アドレスのデータが次の0アドレスが読出されるまで継続していることに注目してください。

4.6 他のユニットとの組み合せ及び多チャンネル動作について

各ユニットは記憶容量の同じもので組み合せてください。
すなわち同一ユニットをメインフレームに挿入する多チャンネル型が一般的です。

分解能のちがう組み合せは基本的には問題ありませんが，最高サンプリング速度がユニットにより異なりますので注意が必要です。

＊ 必ず各ユニットの取扱説明書を参照し，各機能の制限事項等を確認してください。

組み合せられた各ユニット（チャンネル）は同一メインフレームにおいてタイミングコントロールユニットの指示に従い，記録又は読出しを同時におこないます。したがってメモリの内容を書替えたくない場合は「MEMORY PPOTECT」にしてください。
後述する好ましくない組み合せ等の場合は，該当するユニットのチャンネルセレクトをしないで，そのユニットの機能を停止させてください。

＊「CHANNEL」ボタンを押さない状態
＊メインフレーム（8702A）1台当り，入出力信号ユニットの組み合せは20,000通りを越えます。

4.6.1 ビット数（bit，分解能）が異なる入出力信号ユニットの組み合せ

基本的には問題ありませんが，各ユニットの最高サンプリング速度に注意してください。

4.6.2 ワード数（word，記憶容量）が異なる入出力信号ユニットの組み合せ

(1) ユニット間の記憶容量のちがいにより記録時間が異なるため，記録動作の終了は記憶容量の小さいものから終了し，大きいユニットで最終的に終了します。

(2) 読出しはタイミングコントロールユニットの種類によってちがってきます。これはタイミングコントロールユニットの「TIME BASE(X)」出力がタイムベースワード数（通常，入出力信号ユニットの記憶容量にあわせて使用します）によって異なっているからです。

基本的にはタイムベースワード数の小さいもので，それよりも大きなワード数（記憶容量）を持つ入出力信号ユニットはコントロールできないと考えてください。
タイムベースワード数が入出力信号ユニットのワード数（記憶容量）より大きければ読出し可能ですが，ワード数の小さい入出力信号ユニットは，ワード数の大きいユニットの1回読出しに対してくり返し読出されてしまいます。

＊ 詳細はタイミングコントロールユニットの取扱説明書「TIME BASE(X)」の項を参照してください。

＊ 読出しの同期がずれた場合は，メインフレームの「SYSTEM RESET」を押し再び読出し「READ」してください。

4.6.3 高速型入出力信号ユニットとの組み合せ

8715B，8716B，8717Bと，これら以外の入出力信号ユニットとを組み合せる場合，前述までの条件を満足していれば問題ありません。しかしサンプリング速度が1 μsec/word より速くなる場合は，高速型入出力信号ユニット（8715B，8716B，8717B） 以外の入出力信号ユニットの機能を停止させてください。

＊ チャンネルセレクトしない状態にします。

＊ 多チャンネル動作の場合，各チャンネルのグランド間に，微少の電位差及び内部クロックによるノイズ電流が存在します。微少レベルの信号を扱う場合は注意してください。

4.6.4　信号グランドについて

メインフレーム（ケース）と信号グランド（パネル面 BNC 端子の外囲金属部）はフローティングされていますが，各プラグインユニットの信号グランド間はすべて接続されています。
多現象の信号を同時に記録する場合は，その出力の共通電位に注意してください。特にタイミングコントロールユニットの信号グランドも入出力信号ユニットの信号グランドと共通ですのでトリガ信号やモニタ用機器のグランド電位に注意してください。

4.7　DMA

本ユニットのメモリは RAM を使用しています。したがってメインフレームのデータバスを通して DMA（DIRECT MEMORY ACCESS）が可能で，外部機器との間でデータの相互伝送が可能です。

＊この場合，インターフェースアダプタが必要となります。（8790A，8791A）該当するインターフェースアダプタ及びメインフレームの取扱説明書を参照してください。

信号グランド（アナロググランド）とデジタル I/O のグランド（デジタルグランド）は本ユニット内部で接続されています。メインフレームにインターフェースアダプタ（8790A，8791A）を装備して，外部機器と接続する場合に注意が必要です。特に電圧発生器等と接続（GP−IB 等を用いたコントロール）をする場合，各機器のグランド電位について充分注意してください。

4.8　旧タイプ 8700 シリーズとの互換性について

本ユニットは基本的には互換性があります。しかし一部に不適合箇所がありますので，組み合せに際しては，お買上げ元又は菊水電子工業株式会社までお問合せください。